

К ВЫБОРУ РАЗРЯДНОСТИ ПРОЦЕССОРОВ ЦИФРОВОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Ивашко А.В., Лунин Д.А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков,

E-mail: ivashkoauts@gmail.com, lunindenis77@gmail.com

Дискретный спектральный анализ нашел широкое применение при решении задач технической и медицинской диагностики, в частности, при мониторинге механизмов и машин путем сравнения спектров их механических колебаний с эталонными, при анализе сигналов variability сердечного ритма и ряде других [1]. При этом к алгоритмам спектрального оценивания предъявляется ряд требований. С одной стороны, необходимо получать максимально устойчивые спектральные оценки с высоким разрешением, с тем, чтобы выделять характерные пики на кривой спектральной плотности, с другой – алгоритмы должны допускать простую аппаратную и программную реализацию, обеспечивающую спектральное оценивание сигналов и отображение результатов в реальном масштабе времени.

Существует ряд алгоритмов нахождения спектральной плотности мощности сигнала – периодограммный, коррелограммный и т.д. Однако наибольшее распространение получила группа алгоритмов спектрального анализа, основанных на представлении сигнала как результат прохождения белого шума через цифровой фильтр. При этом коэффициенты фильтра и, как следствие, оценки спектральной плотности мощности связаны через систему уравнений Юла-Уолкера со значениями отсчетов автокорреляционной функции (АКФ) анализируемого сигнала.

Наиболее трудоемкой частью вычисления спектра обычно оказывается процедура вычисления АКФ.

$$r_{xx}[m] = \frac{1}{N-m} \sum_{i=0}^{N-m-1} x_i \cdot x_{i+m} \quad (1)$$

Даже при применении ускоренных алгоритмов на основе быстрого преобразования Фурье [2] количество операций умножения при вычислении АКФ может составить величину порядка $6N \cdot \log_2 N$, где N – объем выборки. Поскольку часто приходится обрабатывать фрагменты сигнала длиной в несколько тысяч отсчетов, эта задача становится весьма сложной, особенно при реализации спектроанализаторов на основе микроконтроллеров и ПЛИС.

Дополнительную проблему может составить значительная разрядность входных данных. При вычислении АКФ согласно формуле(1) происходит значительное увеличение разрядности в результате умножения и накопления, что может привести к неприемлемому усложнению

аппаратуры. Поэтому представляет интерес определение разрядности входных данных, минимально необходимой для определения оценок спектральной плотности с требуемой точностью.

Было проведено компьютерное моделирование с целью определение зависимости относительной ошибки спектрального оценивания от разрядности входных данных. В качестве тестового сигнала выбиралась сумма нескольких синусоид в белом шуме. В результате моделирования был построен график Рис.1. Из графика следует, что применение восьмиразрядных микроконтроллеров обеспечивает достаточную точность вычислений (для восьмиразрядных данных отношение сигнал/шум составляет 111 децибел, относительная ошибка 0.02). Кодирование данных шестнадцатью разрядами позволяет вычислять спектр с погрешностью $8 \cdot 10^{-6}$ (отношение сигнал/шум 208 децибел). Приемлемые для многих практических задач результаты может дать даже кодирование данных 3-6 разрядами.

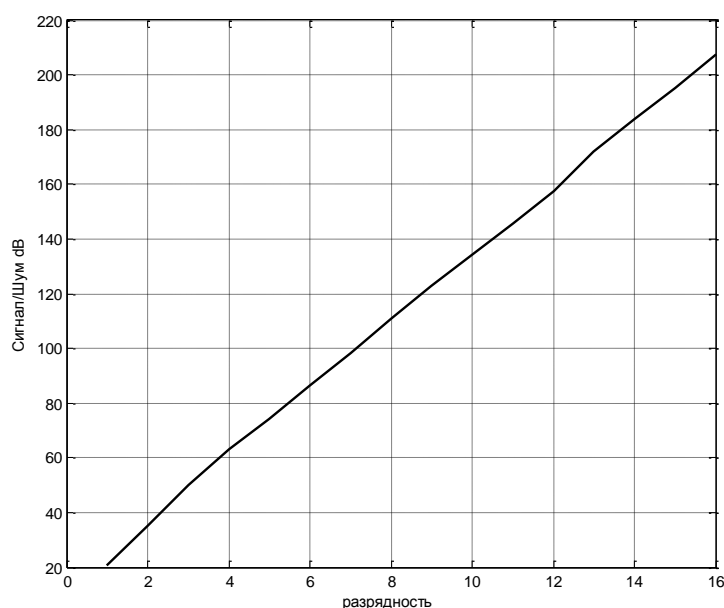


Рисунок 1 – Зависимость отношения сигнал/шум от разрядности входных данных

Список литературы

1. Марпл.-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения.- М.: Мир, 1990.- 584 с.
2. Ивашко А.В., Луниин Д.А. Быстродействующие алгоритмы спектрального оценивания. – Вестник НТУ «ХПИ». – 2005.- № 7 - стр 64-65 с.